CDRom



LIVRET STR-PVC N°3

LES CANALISATIONS

EN PVC

POUR L'ADDUCTION D'EAU POTABLE



Syndicat des Tubes et Raccords en PVC

SOMMAIRE




STR PVC
Syndicat des Tubes et Raccords en PVC

LES CANALISATIONS ENTERREES EN PVC
POUR L'ADDUCTION D'EAU POTABLE

HISTORIQUE

L'alimentation en eau potable des agglomérations constitue l'une des plus anciennes et reste l'une des plus importantes applications des canalisations en PVC (certains réseaux importants furent réalisés en France dès 1948.

Cette application n'a cessé depuis de croître, tant en diamètres qu'en linéaires consommés, et aujourd'hui la part de marché des canalisations PVC en adduction d'eau potable représente 60%.

Le développement des canalisations PVC sur le marché de l'adduction d'eau potable est dû aux qualités du produit :

- absence de corrosion
- faibles pertes de charge
- résistance mécanique
- assemblage aisé
- manutention facile
- durabilité



1 • PRÉSENTATION DES ÉLÉMENTS DE LA CANALISATION D'ADDUCTION D'EAU PVC

1.1 • LES TUBES

Les tubes PVC, destinés à l'adduction d'eau sont des éléments de grande longueur, 6 mètres, dont l'une des extrémités, appelée emboîture, est modifiée géométriquement afin d'assurer l'assemblage des tubes entre eux ou aux divers raccords qui leur sont complémentaires, l'autre extrémité est chanfreinée.

Cet assemblage peut être réalisé par collage, ou par l'intermédiaire d'une bague de joint en forme d'anneau, logée dans la gorge de l'emboîture.

1.1.1 • Assemblage par collage

L'application d'une colle spécifique, sur les deux parois du matériau à lier, détermine une véritable soudure à froid par interpénétration superficielle des faces en présence.
Il s'agit là du mode le plus ancien d'assemblage des canalisations PVC.
Certains réseaux constitués de tubes et de raccords spécifiques fonctionnent sous pression depuis plus de 40 ans.
C'est donc un principe commode, particulièrement pour les petits et moyens diamètres, sûr, très résistant, et déterminant une étanchéité remarquable.

1.1.2 • Assemblage par bague d'étanchéité

Il s'est révélé indispensable pour les conduites de moyens et gros diamètres ainsi que pour certaines formes d'exploitation des conduites.

En effet, dans les conditions de travail particulièrement pénibles que connaissent les travaux publics, la préparation au fond d'une tranchée souvent inondée, sous une "pluie" de terre ou d'agrégats, d'un joint collé de gros diamètre, n'est pas toujours effectuée avec le soin désiré.

Indépendamment de la confection du joint lui-même, les assemblages de gros diamètres sont l'objet de nombreuses sollicitations qui peuvent être dues :

- à l'environnement (tassement différentiel des remblais),
- aux charges roulantes dont l'action parvient à la canalisation sous la forme du cône habituel de transmission et de répartition des efforts,
- aux variations thermiques au moment de la pose et surtout du remblaiement et de la mise en eau
- à d'éventuelles pressions alternées (cas de certaines conduites de refoulement par exemple). Toutes ces contraintes sévères, ont conduit dès 1965 les fabricants de tubes et de raccords à concevoir des joints dont l'anneau caoutchouc constitue une rotule souple, et par conséquent réalise une parfaite indépendance des éléments entre eux. Et ceci, bien entendu, sans que l'étanchéité puisse en être compromise.

Le fascicule 71 du CCTG des marchés publics, qui réglemente d'une façon générale les réseaux d'adduction d'eau, a rendu obligatoire l'assemblage par bague d'étanchéité pour les conduites de diamètre supérieur à 50 mm.
La gamme normalisée des tubes en PVC pour l’adduction d'eau figure au tableau du paragraphe 2.2.

1.2 • LES RACCORDS

Ils sont en PVC, moulés par injection.
Certaines réductions et courbes à grand rayon sont, dans les moyens et gros diamètres, thermoformées à partir de tubes en PVC.

Les raccords équipent tous les points singuliers de la canalisation :
- déviations,
- réductions,
- dérivations et piquages,
- sectionnement,
- liaison aux appareils de sectionnement et de protection des conduites.

Ils s'assemblent aux tubes et entre eux par collage, bague de joint, bride, ou autres systèmes mécaniques.

Un aperçu de la gamme de ces pièces figure dans le tableau du paragraphe 2.3.

***Nota important** : depuis de nombreuses années, les fabricants de matériel métallique, d'équipement et de protection de conduites, ont adapté techniquement et dimensionnellement leurs appareils aux canalisations PVC.*

C'est pourquoi celles-ci peuvent être équipées, sans problème de liaison particulier :
- aux vannes de sectionnement à cage ronde ou méplate,
- aux robinets de purge,
- aux ventouses à faible ou grand débit d'air,
- aux anti-béliers,
- aux clapets anti-retour avec ou sans crépine,
- à tous les modèles de pompe, normalisés,
- aux conduites de nature et de diamètre différents,
- aux accessoires de châteaux d'eau,
- etc.

1.3 • LA MATIERE

La matière constitutive des tubes et des raccords est une composition de PVC non-plastifié (officiellement désignée par " PVC-U ").
La nature du tube doit avoir une résistance minimale exigée (MRS) telle qu’elle est définie dans la NF EN 1452, au moins égale ou supérieure à 25 MPa



Retour SOMMAIRE

2 • LES PROPRIÉTÉS SPÉCIFIQUES DES TUBES ET RACCORDS EN PVC POUR L'ADDUCTION D'EAU POTABLE

2.1 • DEFINITION DES PRESSIONS ET DES TEMPERATURES NORMALISEES

Dans son chapitre 2.4, la norme NF T 54-002 nous rappelle que:

- **la pression nominale ou PN** d'un élément de canalisation est exprimée par un numéro de référence qui indique l'aptitude de cet élément à résister à une pression intérieure ; elle correspond à la valeur en bar d'une pression d'eau intérieure maintenue constante, que l'élément de canalisation doit supporter sans défaillance et avec une sécurité convenable, pendant 50 ans et à la température de 20°C ;

- **la pression maximale en service ou PMS** d'un élément de canalisation est la pression intérieure maximale admissible en service dans cet élément. Pour le type d'application envisagé, la PMS est liée à la pression nominale en fonction du service envisagé ; elle peut être inférieure ou supérieure à la PN suivant que les conditions de service sont plus ou moins sévères que les conditions de référence.

- **la TMS est la température maximale en service** du fluide transporté par la canalisation dans des conditions de services définies

- **la pression d'épreuve (Pe) :** voir au chapitre 2.8.6

2.2 • LES TUBES

Les tubes sont livrés habituellement en longueur de 6 m (D'autres longueurs peuvent être fabriquées sur demande).

Le tableau ci-dessous indique la gamme des tubes normalisés (norme NF EN 1452 septembre 1989) avec leur pression nominale PN et leur épaisseur nominale (minimale) e.

	PN 25	PN 16	PN 10	PN 6
ø ext. nominal D_n	Epaisseur nominale (minimale) e			
12	1,4			
16	1,8	←		
20	2,3			
25	2,8			
32	3,6	2,4		
40	4,5	3,0	←	
50	5,6	3,7		
63	7,1	4,7	3,0	
75		**5,6**	3,6	←
90		**6,7**	4,3	
110		8,1	5,3	3,2
125		9,2	6,0	3,7
140		9,3	6,1	3,7
160		9,5	6,2	**4,0**
200		11,9	7,7	**4,9**
225		13,4	8,6	**5,9**
250		14,8	9,6	**6,2**
315		18,7	12,1	**7,7**
400		23,7	15,3	**9,8**
500		29,6	19,1	**12,3**

Le flèche indique qu'il convient de choisir, pour les tubes de Dn correspondants, les épaisseurs relatives à la pression nominale immédiatement supérieure.



La PMS est en général égale à la PN (voir paragraphe 2.8.6). Dans deux cas particuliers, fréquemment rencontrés, il est nécessaire cependant d'appliquer un " détimbrage " de la PMS par rapport à la PN, c'est à dire d'utiliser des tubes de la série de PN immédiatement supérieure (PN 10 pour PMS 6 bars, ou PN 16 pour PMS 10 bars, ...) :

1) Pour les conduites de branchement utilisant des assemblages collés : c'est en général le cas des tubes de diamètre inférieur à 63.

2/ Pour les conduites de refoulement utilisant des assemblages collés (adduction, distribution, ou réseaux susceptibles d'être transformés ultérieurement en réseaux de distribution-refoulement).

Pour certaines installations en élévation telles que passage sous un pont, en galerie.... il peut être envisagé une prescription de détimbrage ou des précautions particulières de mise en œuvre (précautions à préciser par les fournisseurs).

Les tubes normalisés doivent être titulaires de la marque NF et porter le marquage prévu par le règlement de cette marque (voir 2.6).

2.3 • LES RACCORDS

Le tableau ci-après, page 9, présente un résumé de la gamme existante et n'est pas limitatif ; se renseigner auprès des fabricants pour obtenir la gamme complète.

Des pièces non encore normalisées (raccords à écrou prisonnier, raccords taraudés ou filetés, collets et brides) permettent :

- la réalisation d'assemblages démontables,
- la jonction avec des appareils sanitaires ou des robinets,
- le raccordement sur des réseaux en autres matériaux.

Il en est de même pour les vannes ou robinets réalisés en PVC.
Pour l'utilisation de ces pièces il y a lieu de se reporter aux prescriptions des fabricants.

Pour les raccords à coller, la pression nominale (PN) définie dans la norme est de

- 25 bars, pour Dn ≤ 25 (1)
- 16 bars, pour 20 < Dn ≤ 90 (1)
- 10 bars, pour Dn > 90

Pour les raccords à bague d'étanchéité, la pression nominale (PN) définie dans la norme est de:

- 16 bars, pour 63 ≤ Dn ≤ 160 (1)
- 10 bars, pour Dn > 160

Les règles de détimbrage en fonction de l'exploitation et de la température sont les mêmes que celles des tubes (voir le paragraphe 2.8.6 et se reporter aux catalogues des fabricants).

Les raccords normalisés doivent être titulaires de la marque NF et porter le marquage prévu par le règlement de cette marque (voir 2.6).
Nota *: le marquage volontaire de la PN sur les raccords est un facteur de sécurité d'emploi pour les utilisateurs.*

(1) L'extension de cette PN à des diamètres nominaux plus élevés doit faire l'objet d'un accord entre acheteur et vendeur, mais le raccord doit, dans tous les cas, répondre aux prescriptions de la norme NF T 54-029 ou porter l'indication de la PN.

Il existe des raccords conçus, marqués et titulaires de la marque NF pour des PN supérieures.

ø extérieur du tube PVC				20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	200	225	250
Types de pièces	Schéma	Symboles à coller	Symboles à joint															
té égal				○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●		●	
té réduit				○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●		●	
té à bride égal et réduit									●	●	●	●	●	●	●		●	
réduction intérieure				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	
réduction extérieure		M F F F	M F F F	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●		●	
réduction hydraulique															○	○		○
coude et courbe à 90°				○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●
coude et courbe à 45°				○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	○	○	○	○	●
courbe à 22°30									●	●	●	●	●	●	●	●		●
courbe à 11°15									●	●	●	●	●	●	●	●		●
manchon				○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●
bouchon				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
collet pour brides				○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○		
collet bride		M F	M F						●	●	●	●	●		●			
bride ronde				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

○ Raccord à coller ● Raccord à coller ou à baguer d'étanchéité en élastomère

Au-delà du Dn 250, Il est possible d'utiliser des raccords en matériaux métalliques, pourvu qu'ils soient spécialement conçus pour l'assemblage avec des tubes en PVC, et munis des bagues d'étanchéité correspondantes.

2.4 • ACCESSOIRES DE FONTAINERIE

Le tableau ci-dessous donne une liste non-exhaustive des principaux tubes de bouche à clé en PVC qui permettent la protection des robinets de branchement.
Ces pièces ne sont pas normalisées et il convient de contacter les fabricants pour en avoir la liste complète

TYPE DE TUBE DE BOUCHE A CLE		Tube fourreau	Tube cloche	Tube collerette	Allonge à emboitement	Tube tabernacle
Modèle Télescopique	Longueurs possibles :	de 675 à 1125	de 750 à 1000	de 650 à 1100	– –	de 800 à 1250
Modèle Simple	Long. utile mini :	575	760	520	120	600
	Long. utile maxi :	675	960	985	820	1100

2.5 • NORMALISATION

Les tubes et les raccords en PVC pour canalisations avec pression fabriqués par les adhérents du syndicat sont conformes aux normes françaises homologuées de manière à garantir aux prescripteurs et utilisateurs un niveau élevé de qualité.
Les spécifications techniques des tubes et des raccords en PVC pour l'adduction d'eau potable sont résumées dans les tableaux ci-après.

2.5.1 • Tubes pression

CARACTERISTIQUES	ABRÉGÉ DES SPÉCIFICATIONS basé sur la NF EN 1452	NORMES DE RÉFÉRENCE
1 - marquage	marque du fabricant, matière, diamètre, épaisseur, PN	
2 - aspect	ni rayures marquées, ni grains, ni critiques, ni soufflures nuisibles à l'emploi	
3 - couleur	gris A 605 ou plus foncé les parois doivent être opaques	**NF X 08.002**
4 - longueurs	conformes aux prescriptions de l'article 4.31 de la norme NF T 54-003	**NF T 54-003**
5 - diamètres extérieurs moyens et quelconques	le diamètre extérieur moyen doit être conforme aux valeurs du tableau 2, colonne 3 le diamètre extérieur quelconque doit être conforme aux valeurs du tableau 2, colonne 2	**NF T 54-003**
6 - épaisseurs	conformes aux prescriptions du tableau 2, colonne 4 et 5	**NF T 54-003**
7 - emboitures façonnées	conformes aux prescriptions des normes d'assemblage et aux spécifications du fabricant	**NF T 54-028** **NF T 54-038**
8 - retrait après recuits à 150°C	pas de variation longitudinale supérieure à 5 % ; aspect initial du tube conservé après essai	**NF EN 743**
9 - masse volumique	comprise entre 1370 et 1430 kg/m^3 ou égale à l'une de ces valeurs	**NF T 54-022**
10 - caractéristiques en traction	contrainte maximale R ≥ 45 MPa allongement à la rupture A ≥ 80 %	**NF EN 638**
11 - température de ramollissement Vicat	**t ≥ 80°C**	**NF EN 727**
12 - gélification	attaque nulle au chlorure de méthylène à 16°C	**NF EN 580**
13 - résistance à la pression à 20°C	sous la pression d'essai donnée tableau 2, colonne 9, tenue minimale : 1 heure - 42 MPa sous la pression d'essai donnée, tenue minimale : 100 heures - 35 MPa	**NF EN 921**
14 - résistance à la pression à 60°C de courte durée	sous la tension d'essai donnée tableau 2, colonne 10, tenue minimale : 10 heures - 13,7 ou 16 MPa selon Ø	**NF EN 921**
15 - résistance à la pression à 60°C de longue durée	sous la tension d'essai donnée tableau 2, colonne 11, tenue minimale : 1000 heures - 12,5 MPa	**NF EN 921**
16 - conformité sanitaire	les tubes doivent être conformes à la réglementation en vigueur	



2.5.2 • Raccords pression

CARACTERISTIQUES	ABREGE DES SPECIFICATIONS (basé sur la NF EN 1452)	NORMES DE REFERENCE
1 - marquage	marquage du fabricant et de(s) dimension(s) nominale(s), si possible PVC	
2 - couleur	gris A 605 ou plus foncé les parois doivent être opaques	**NF X 08.002**
3 - aspect	ni rayures, ni hétérogénéité de teinte, ni grains nuisibles à l'emploi, parois opaques	
4 - dimensions	elles doivent être conformes aux indications de ces normes	**NF T 54-028**
5 - essais à l'étuve à 150°C	après une exposition de 1 heure, les raccords ne doivent présenter : - ni ouverture sur toute l'épaisseur de leur paroi en un point quelconque d'une ligne de soudure ; - ni détérioration en surface, pénétrant à plus de la moitié de l'épaisseur de la paroi, en particulier au voisinage d'un point d'injection.	**NF EN 763 méthode A**
6 - masse volumique à 23°C	comprise entre 1370 et 1430 kg/m³ ou égale l'une de ces valeurs	**NF T 54-022**
7 - température de ramollissement Vicat	t ≥ 76°C	**NF EN 727**
8 - résistance à la pression à 20°C	pour tous les raccords, tenue minimale 1 heure à une pression d'essai Pe = 4,2 PN (Pression nominale)	**méthode de référence NF T 54-035**
9 - résistance aux pressions alternées	Dn 12 à 90 : minimum 5.000 cycles 20 à 60 bars à 3.600 cycles/h. Dn > 90 : minimum 2.500 cycles 16 à 48 bars à 1.500 cycles/h.	**T 54-094**
10 - **conformité sanitaire**	Les raccords doivent être conformes à la réglementation en vigueur	

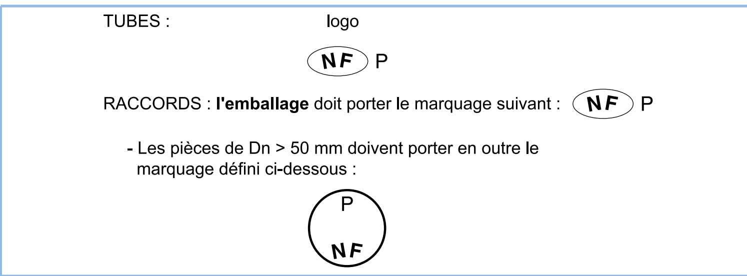
2.5.3 • Assemblages

Les assemblages entre les tubes et/ou les raccords à bague d'étanchéité satisfont aux essais d'aptitude à l'emploi (à la pression et à la dépression) décrits dans la norme NF EN 1452-5
Les spécifications de la qualité des bagues d'étanchéité en élastomère sont dans la norme NF EN 681-1

2.6 • CERTIFICATION DES PRODUITS

La marque " NF TUBES PVC ET LEURS RACCORDS POUR RESEAUX D'EAU AVEC PRESSION " a été créée pour garantir aux utilisateurs la constance de la conformité aux normes en vigueur.

Les tubes et les raccords pour canalisations avec pression, fabriqués par les adhérents du syndicat, bénéficient de cette marque nationale de conformité pour les gammes figurant dans son règlement particulier NF 055*.
La conformité aux normes NF est attestée par l'octroi du droit d'usage de la marque NF, lequel impose sur les produits un marquage prévu dans son règlement particulier, comportant le logo suivant :



* Certains produits, qui ne figurent pas dans les listes de produits normalisés, peuvent faire l'objet d'extensions du droit d'usage de la Marque, si son règlement les a admises.

2.7 • CONFORMITÉ SANITAIRE

La résine de PVC n'a ni goût, ni odeur et reste neutre par rapport au fluide transporté. Présence de tous les constituants sur les listes de la répression des fraudes relatives aux matériaux en contact avec les denrées alimentaires (Brochure 1227-JO).

Les produits doivent être conformes aux dispositions de l'Arrêté interministériel du 29/5/97 relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine.

2.8 • CALCUL DES CANALISATIONS PRESSION

2.8.1 • Epaisseur

Les épaisseurs minimales des tubes fabriqués par les adhérents du syndicat sont déterminées par l'application de la formule de LAMÉ (norme AFNOR NF T 54-002).

$$e = \frac{PD_n}{2\sigma + P} \quad \text{ou} \quad \sigma = \frac{P(D_n - e)}{2e}$$

ou encore $P = 2\sigma \frac{e}{D_n - e}$

dans laquelle :

- σ = tension caractéristique (contrainte de calcul) dans la paroi du tube, en MPa,
- D_n = diamètre extérieur nominal du tube, en mm,
- e = épaisseur de la paroi du tube, en mm (arrondie au 1/10e mm immédiatement supérieur),
- P = pression intérieure, en MPa (correspondant à la PN qui est exprimée en bars)*,

1 MPa = 10 bars
Pour la PN6, le calcul est fait avec une pression de 0,63 MPa (6,3 bars)

La contrainte de calcul est déduite de la MRS en la divisant par le coefficient de sécurité C.
- Valeur de : 12,5 MPa pour les tubes > DN 125
- Valeur de : 10 MPa pour les tubes £ DN 125

Cette valeur s'applique dans les circonstances précises d'emploi.

- Température de service £ 25•C.
- Absence de corrosion chimique créée par le fluide véhiculé (c'est toujours le cas pour les canalisations en PVC transportant de l'eau).

- Epaisseur de paroi suffisamment élevée pour ne pas être affectée sensiblement par des blessures superficielles.

2.8.2 • Coups de bélier

Si on interrompt brutalement, par exemple par fermeture rapide d'une vanne, la circulation du liquide dans une conduite, on provoque dans celle-ci des successions de surpressions et de dépressions provoquant des contraintes supérieures à celles normalement induites dans la paroi par l'effet de la pression statique : c'est le coup de bélier.

Dans certains cas, ce phénomène pourrait être assez important pour provoquer la rupture de la canalisation.

Dans toutes conditions égales, l'effet du coup de bélier qui dépend de la célérité de son onde de choc croit avec le module d'élasticité du tube.



Les canalisations pression en PVC, qui ont un module d'élasticité très inférieur à celui des canalisations métalliques, sont très favorisées dans ce domaine.

L'intensité du coup de bélier peut-être évaluée approximativement par application de la formule générale :

$$\Delta P = \frac{d}{10\,g} * v_p * \Delta v$$

dans laquelle :

ΔP = variation de la pression (en bar)
d = masse volumique du liquide (en kg/dm³) (1 pour l'eau)
g = accélération de la pesanteur = 9,81 m/s²
v_p = célérité de l'onde de choc dans la canalisation (en m/s) (1)
Δv = variation de la vitesse du liquide au moment du coup de bélier (en m/s) (2)

(1) Dans le cas de canalisations en PVC, la célérité de l'onde de choc peut se calculer d'après la formule d'Alliévi :

$$v_p = \frac{9\,900}{\sqrt{48{,}3 + K\,\frac{D}{e}}}$$

dans laquelle :

v_p = célérité de l'onde de choc (en m/s)
D = diamètre intérieur de la canalisation (en mètres)
e = épaisseur de la canalisation (en mètres)
K = coefficient variable selon la nature du matériau de la canalisation, pris égal à 16 pour les PVC, selon le manuel Sergot.

(2) Remarques : en cas de fermeture brutale de la circulation du fluide, Δv est égale à la vitesse du fluide avant fermeture.

Les calculs ci-dessus permettent à titre d'exemple d'établir le tableau des surpressions ci-après (en se basant sur les épaisseurs de la norme NF EN 1452) :

Pression de service bars	Vp m/s	Δ v (m/s) 0.5	1	1.5	2	2.5
		Valeurs de la surpression en bar (coup de bélier)				
10	**389**	1,99	3,97	5,96	7,94	**9,33**
16	**566**	2,88	5,77	8,65	11,54	**14,42**

Ces valeurs sont à ajouter aux pressions en services

[case rouge] Plage de vitesse non conseillée, jugée excessive, et provoquant des surpressions importantes

Les calculs montrent que la pérennité d'un réseau correctement protégé est assurée pour une vitesse de circulation de l'eau inférieure ou égale à 2 m/s (voir le chapitre 5).

2.8.3 • Protection contre l'action de la température

Les propriétés mécaniques des tubes pression en PVC sont affectées par la température.

Les règles de détimbrage indiquées au paragraphe 2.8.6 doivent impérativement être respectées pour une utilisation supérieure à 25•C.

2.8.4 Pertes de charge

Les surfaces internes des tubes pression en PVC sont proches de l'état “ idéalement lisse ". De ce fait les pertes de charge restent considérablement réduites par rapport aux tubes en matériaux traditionnels.

Pour le calcul des pertes de charge ou des débits dans les tubes, se reporter à l'abaque figurant au paragraphe 2.8.5.

Cet abaque a été établi :

- à partir de la formule suivante adaptée de celle de Colebrook :

$$J = 8{,}21.\ 10^{-4}.\ D^{-4.76}.\ Q^{1.76}$$

dans laquelle J est la perte de charge exprimée en mètre par mètre de canalisation, D le diamètre intérieur en mètre et Q le débit en mètres-cubes par seconde;

- en considérant :
  - les tubes de la série 16 bars du ∅ 12 au 90 inclus;
  - les tubes de la série 10 bars du ∅ 110 au 400 inclus;
  - une température de 20°C.

Les vitesses d'eau à prendre en compte pour le calcul doivent se situer de préférence entre 0,5 et 2 m/s.

2.8.5 • Abaque pour le calcul des pertes de charge dans les tubes d'adduction d'eau en PVC rigide.

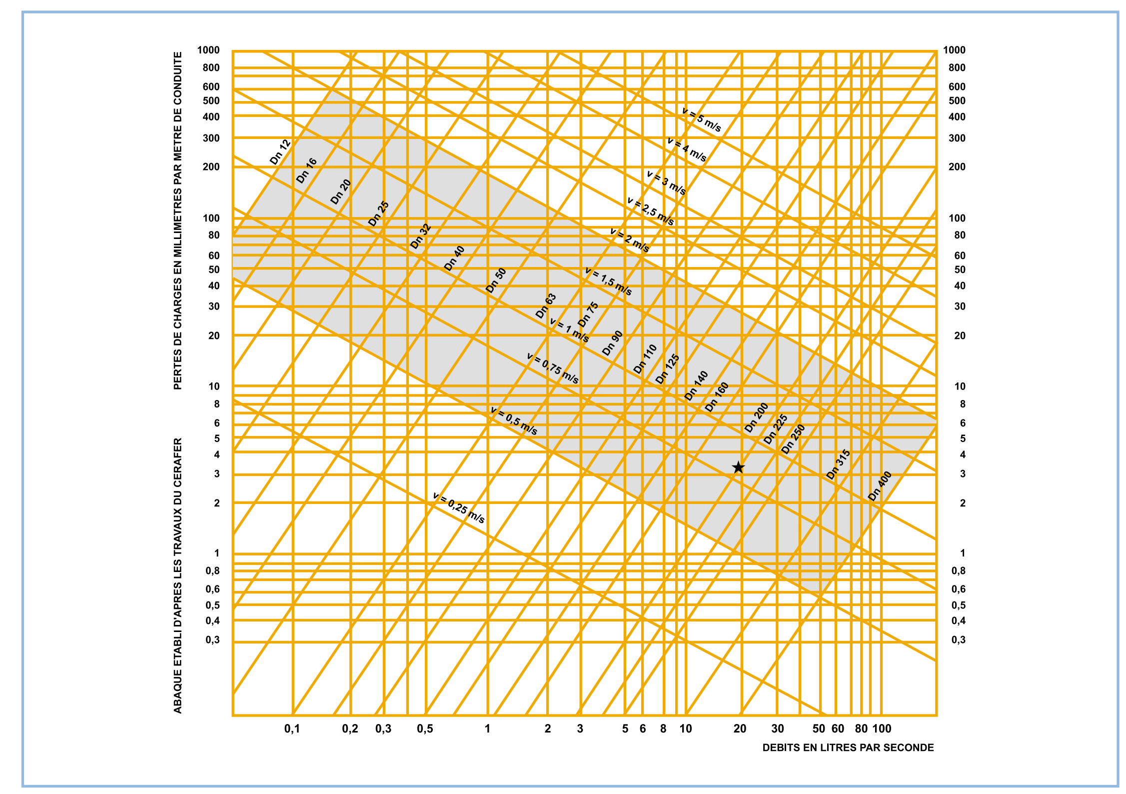
Nota : *pour des raisons d'échelle et de commodité, cet abaque utilise comme unités de débits les litres par seconde, et de perte de charge les millimètres par mètre. Les diamètres sont les diamètres nominaux.*
La zone tramée constitue la plage de vitesses couramment employée.

Mode d'emploi de l'abaque :
détermination de la perte de charge pour un diamètre nominal Dn et un débit Q donnés.
On trace une verticale qui passe par Q jusqu'au point d'intersection avec la droite Dn. De ce point on trace une horizontale qui coupe l'échelle des pertes de charge à la valeur recherchée.

Exemple :
pour un débit Q = 20 Vs, une conduite Dn = 200 mm :

- la perte de charge J est de: 3,5 mm/m.
- la vitesse d'écoulement V voisine de: 0,85 m/s.

Q = Volume par seconde (Vs)
J = mm/m
V = m/s





2.8.6 • Règles retenues pour le " détimbrage " des pressions

La Pression maximale en service pour des températures jusqu'à 20°C doit être égale à la pression nominale PN. Pour déterminer la pression maximale en service pour la température entre 25°C et 45°C, il faut appliquer à la pression nominale, PN, un coefficient de détimbrage supplémentaire, f_T, de la façon suivante : PMS = f_T x PN
Ce coefficient est donné dans l'abaque ci-dessous:

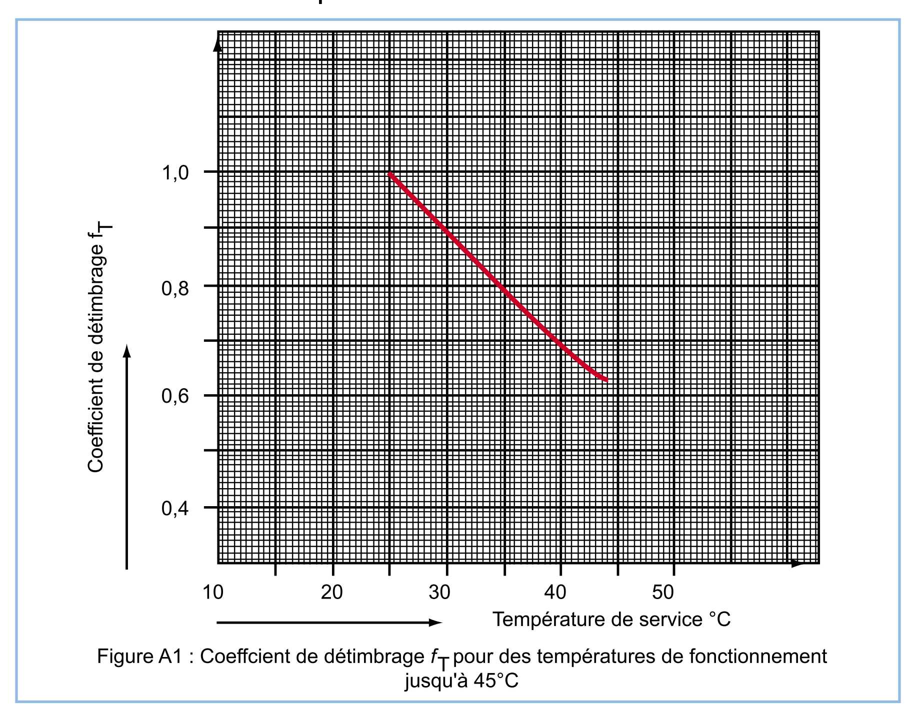


Figure A1 : Coeffcient de détimbrage f_T pour des températures de fonctionnement jusqu'à 45°C

Le coefficient de détimbrage (ou de surtimbrage) est lié à l'application du système.
Dans les applications où un détimbrage (ou un surtimbrage) de la pression s'avère nécessaire, il convient d'appliquer un facteur supplémentaire, f_A, choisi au moment de la conception.
La pression maximale, en service continu, doit être calculée par l'équation :

PMS = f_T x f_A x PN

PMS : pression maximale en service
f_T : coefficient de détimbrage pour les températures de service entre 25°C et 45°C
f_A : coefficient de détimbrage (ou de surtimbrage) lié à l'application
PN : pression nominale

Les facteurs qui amènent à effectuer un détimbrage sont les suivants :

Pulsations : conduites soumises à des coups de bélier ou à de larges fluctuations répétées de pression ou de débit. C'est le cas des conduites d'adduction d'eau alimentées par refoulement d'une pompe et des conduites de branchement d'eau aux immeubles.

***Nota** : dans une conduite normalement protégée, le coefficient de sécurité, déjà inclus dans le calcul de la tension caractéristique, permet de ne pas considérer les coups de bélier comme un facteur de détimbrage si l'assemblage est à bague d'étanchéité.*

Température : conduite transportant un fluide dont la température maximale de service (TMS) est supérieure à 25 C. Dans ce cas, les contraintes admissibles par le matériau sont diminuées et l'on admet de détimbrer la PMS d'une série par rapport à la PN si la TMS est comprise entre 25°C et 45 C.
REMARQUE IMPORTANTE : les différents facteurs susceptibles d'entraîner un détimbrage sont additifs, ce qui revient à dire que l'on peut être amené à détimbrer "en cascade".
Le tableau ci-dessous, extrait de la norme NF T 54-016, donne le nombre de détimbrages à appliquer en fonction des combinaisons.

applications Temp ≤ 25°C		assemblage par	Facteurs de détimbrages (f A)
conduite de l'eau destinée à l'alimentation humaine	adduction (AEP)	bague d'étanchéité	0
	adduction	collage (DN < 63)	0
	branchement	collage dans conditions difficiles (ex. dilatation)	0,63

3 • COMPORTEMENT A LONG TERME DES TUBES EN PVC SOUMIS A UNE PRESSION INTERNE

La bonne tenue des canalisations, dans le temps, à la pression interne du fluide véhiculé est l'une des préoccupations majeures que tout concepteur peut avoir dans le domaine particulier de l'adduction d'eau potable, qu'elle soit rurale, urbaine.
De nombreux travaux avaient déjà été entrepris dès les années 60 en vue de l'étude des méthodes statistiques pouvant permettre la prévision du comportement à long terme des tuyauteries en matière plastique soumises à une pression interne. Les méthodes d'estimation de "l'espérance de vie" étaient à l'époque pratiquement inexistantes. Les conditions d'emploi étaient extrapolées d'essais de tenue en pression de courte durée (de 10 à 100 heures) et cela pour des temps très longs, 50 ans en général.

Afin d'éviter des incidents, éclatements prématurés par exemple, les coefficients de sécurité appliqués étaient très importants, de 4 à 5 environ. Les plus anciennes canalisations PVC sont en service dans ces conditions depuis plus de 40 ans, et ont toujours donné satisfaction à leurs exploitants.
Depuis leur apparition, les canalisations en PVC ont vu leurs qualités s'améliorer notablement, compte tenu des progrès réalisés :

- dans l'élaboration des résines et la composition des mélanges de base
- dans les technologies des matériels de transformation



Retour SOMMAIRE

4 • RESISTANCE CHIMIQUE DES CANALISATIONS EN PVC

Les canalisations en PVC sont totalement insensibles à l'action chimique des eaux naturelles brutes ou traitées dans toute leur gamme de pH et de dureté.
La nature du PVC et sa résistance très étendue à la corrosion, le rendent insensible à l'action corrosive de certains remblais, industriels ou constitués d'agrégats marins, par exemple.
Dans le même esprit, la pose de conduites dans le sous-sol proche du littoral ou même sous forme d'antennes immergées est tout à fait possible. Le concepteur, l'entrepreneur ou l'exploitant désireux d'être plus informé sur ce point, peut se reporter au texte de la norme NF T 54-016.
Etant isolants électriques, les tubes et raccords en PVC sont insensibles à l'action électrolytique des courants telluriques et vagabonds.
Les canalisations de type pression véhiculant des fluides industriels sont en général à joints "collés". L'utilisation de bagues de joint caoutchouc peut toutefois être envisagée si la résistance chimique de l'élastomère la constituant est comparable à celle de la paroi PVC. (Consulter préalablement les fabricants à ce sujet).

5 • CONCEPTION DES RESEAUX

Les éléments de canalisation d'adduction d'eau en PVC décrits, avec leurs principales propriétés, aux chapitres précédents 2, 3 et 4 sont prévus pour être mis en œuvre selon les "règles de l'art", dont la base réglementaire figure au Fascicule 71 du CCTG des marchés publics.

Il s'ensuit que la conception des réseaux d'adduction d'eau en PVC doit tenir compte des précautions suivantes :

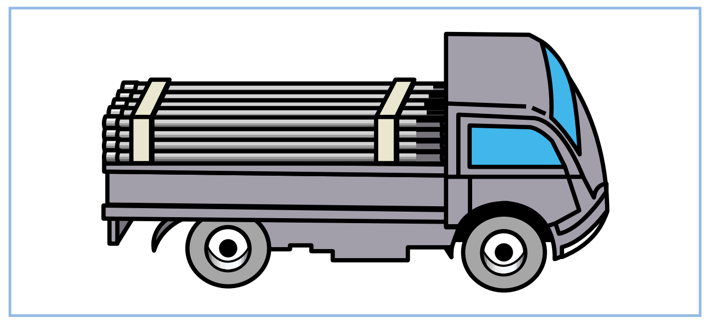
- pour la vitesse de l'eau, il est recommandé de ne pas dépasser 2 m/s.
- une protection anti-bélier efficace doit être effectuée systématiquement, ce qui implique la nécessité de prévoir :
  - des soupapes de décharge réparties sur le réseau contre les surpressions ;
  - un ballon anti-bélier pour absorber les variations brutales de pression ;
- des ventouses doivent être implantées à chaque point haut et au moins tous les 500 m.
- chaque point bas doit être équipé d'un système de vidange.
- les butées et ancrages des points singuliers (extrémités d'antennes, coudes, tés, appareils) doivent être calculés en fonction de la pression maximale ponctuelle prévisible (voir § 6.4.3.).

Le chapitre qui suit (§ 6 - “Recommandations pour la mise en œuvre”) suppose le strict respect de ces précautions de conception.

6.1 • APPROVISIONNEMENT SUR CHANTIER

Chargement et transport :
il est de toute façon recommandé de maintenir les tubes dans leur palette et les raccords dans leurs cartons d'origine jusqu'au lieu même de leur utilisation.
Le chargement des camions ou wagons doit être effectué de façon telle qu'aucune détérioration ou déformation des tubes ne se produise pendant le transport.
On doit en particulier veiller à éviter :

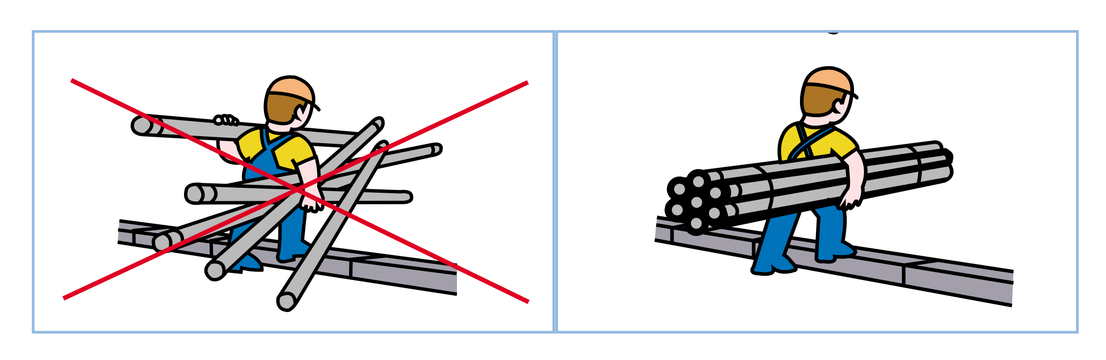
- les manutentions brutales, les flèches importantes, les ballants,
- tout contact des tubes et des raccords avec des pièces métalliques ou des blocs de maçonnerie saillants.



Déchargement :
le déchargement brutal des tubes et des raccords sur le sol est à proscrire.
Des précautions identiques à celles prises pendant le transport sont à observer pour les tubes extraits de leur palette d'origine. Leur empilement doit se faire en alternant les emboîtures ou en interposant un lit de planches entre chaque couche de tubes.

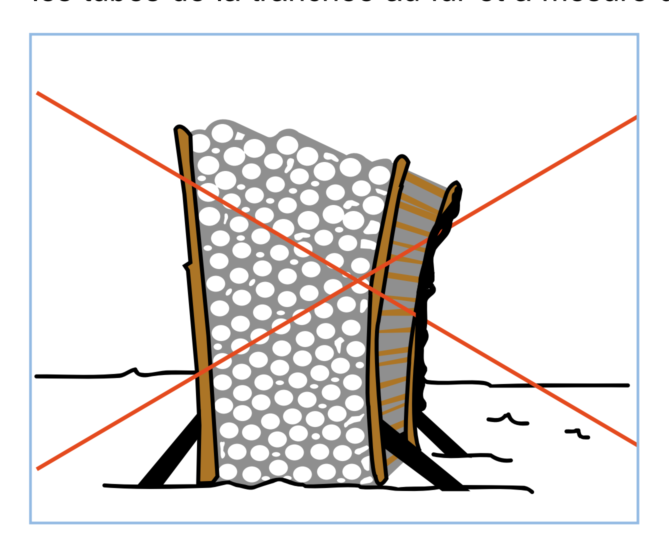


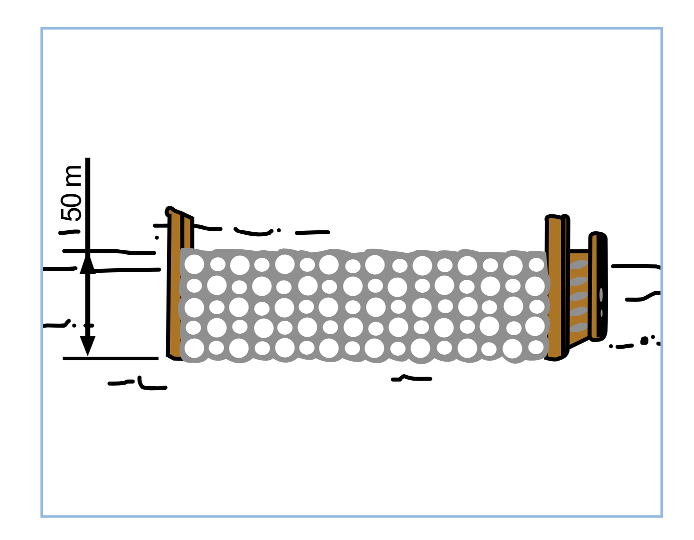
Manutention :
pour éviter tout risque de détérioration et d'incident ultérieur, les éléments de canalisation doivent être portés et non traînés sur le sol ou contre des objets durs.
Par temps très froid, il est nécessaire de prendre des précautions supplémentaires et en particulier d'éviter tout choc des tubes et des raccords.





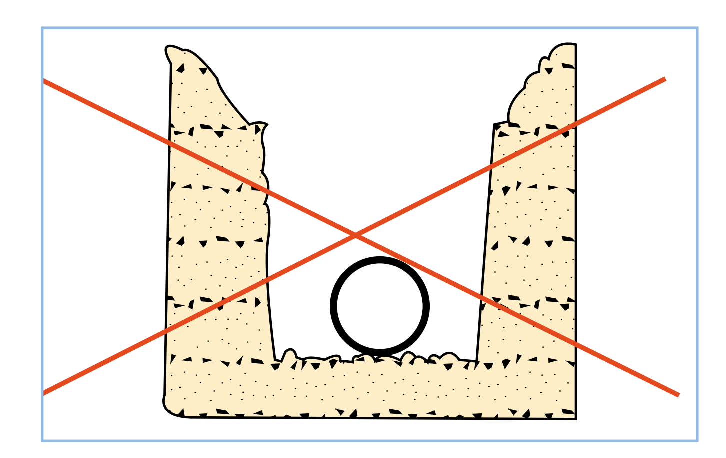
Stockage :
dans tous les cas, il est nécessaire de préparer un lieu de stockage situé le plus près possible du lieu de travail.
L'aire destinée à recevoir les tubes doit être nivelée et plane afin d'éviter la déformation des tubes.
Comme pendant le transport et le déchargement des tubes libérés de leur palette, leur disposition pour un stockage prolongé doit respecter l'alternance des emboîtures ou l'interposition d'un lit de planches entre chacun des lits de tubes.
La hauteur du gerbage ne doit pas excéder 1,50 mètre.
En cas d'exposition prolongée au soleil (plus d'un an), les tubes doivent être stockés à l'abri.
Eviter le bardage de longue durée en bord de fouille. Il est en effet préférable d'approcher les tubes de la tranchée au fur et à mesure de leur utilisation.

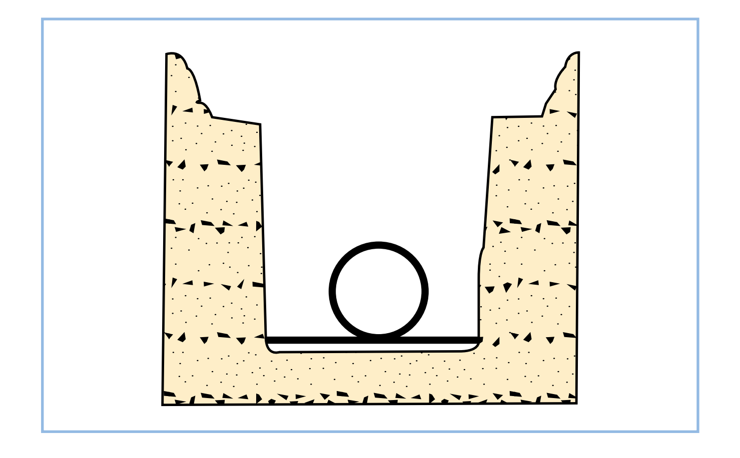




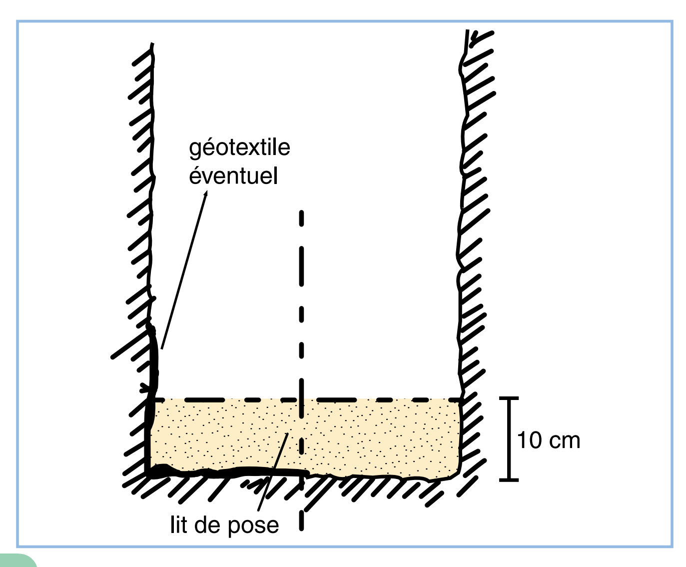
6.2 • OUVERTURE DE FOUILLE

Les profondeurs de fouille prévues au projet doivent être respectées, en prévoyant la place du lit de pose. Il ne faut pas rechercher des parois de tranchées verticales, ni déposer les déblais près de la fouille.
Les profondeurs de fouille doivent permettre une hauteur de recouvrement au-dessus de la génératrice supérieure de la canalisation égale ou supérieure à 1 m.
La largeur doit être suffisante pour permettre l'aménagement correct du fond de fouille d'une part et l'assemblage de la canalisation d'autre part (en général, une garde de 30 cm de part et d'autre du tube).
Le fond de fouille doit être débarrassé des matériaux de grosse granulométrie et des affleurements de points durs, puis convenablement dressé.



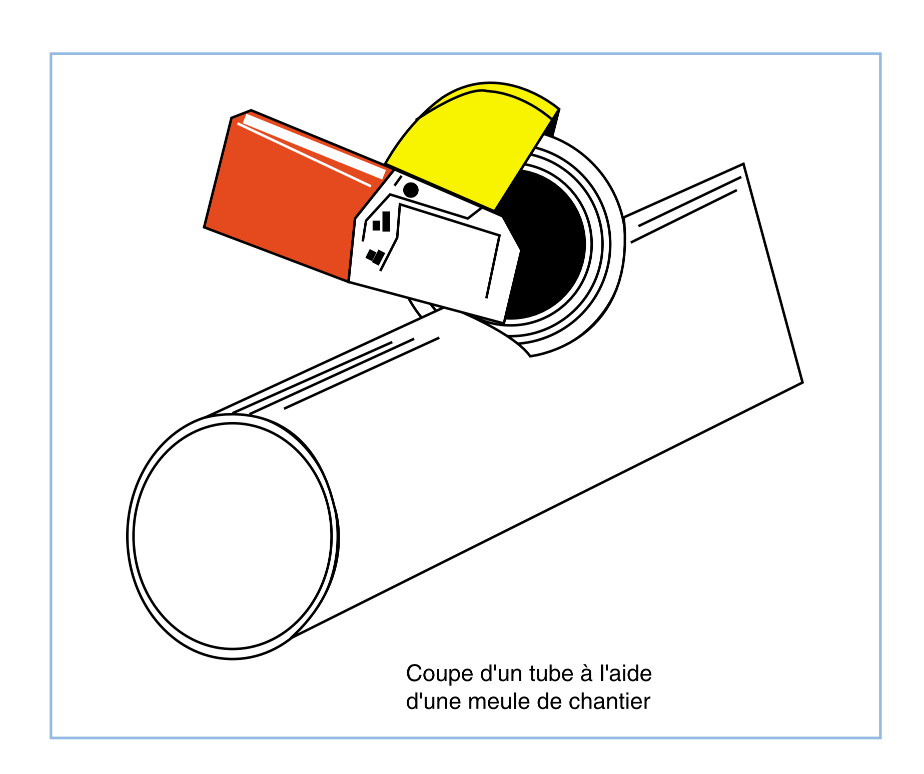


Lit de pose :
les tubes ne doivent pas être posés à même le fond de fouille mais sur un lit de pose, d'une hauteur de 10 cm au minimum, constitué de matériaux propres 0/10 contenant moins de 12 % de fines (particules inférieures à 80 microns), la terre naturelle convenablement tamisée servant en général à cet effet, sauf exigences particulières du maître d'œuvre.
Le lit de pose doit être soigneusement compacté. Sa granulométrie peut être modifiée sur indication du maître d'oeuvre lorsque la tranchée se situe en zone humide et qu'un lit drainant doit être constitué sous la canalisation, par exemple en réalisant le lit de pose avec des matériaux de granulométrie comprise entre 5 et 30 mm.



6.3 • ASSEMBLAGE

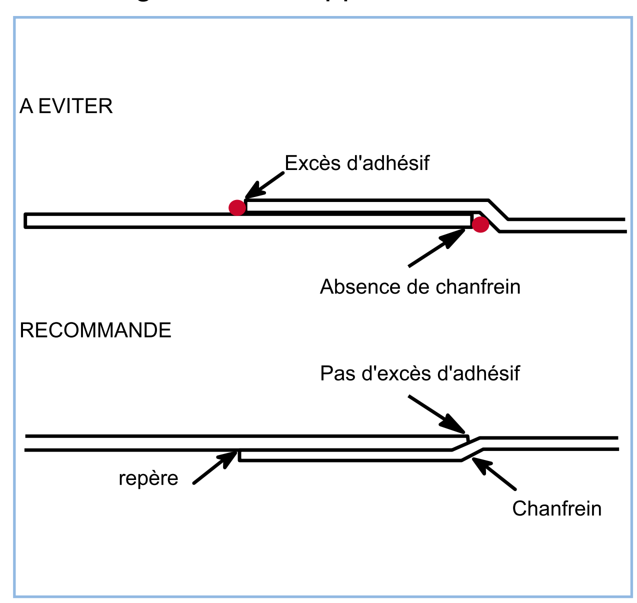
Coupe :
si les nécessités du tracé l'exigent, la coupe de tube peut être envisagée sur chantier. Elle s'effectue à la scie ou à la meule portative, suivant un plan perpendiculaire à l'axe du tube.
Le chanfrein est alors reconstitué à l'aide d'une râpe ou d'une chanfreineuse.
Les chutes de tube sont facilement réutilisables avec des manchons séparés.

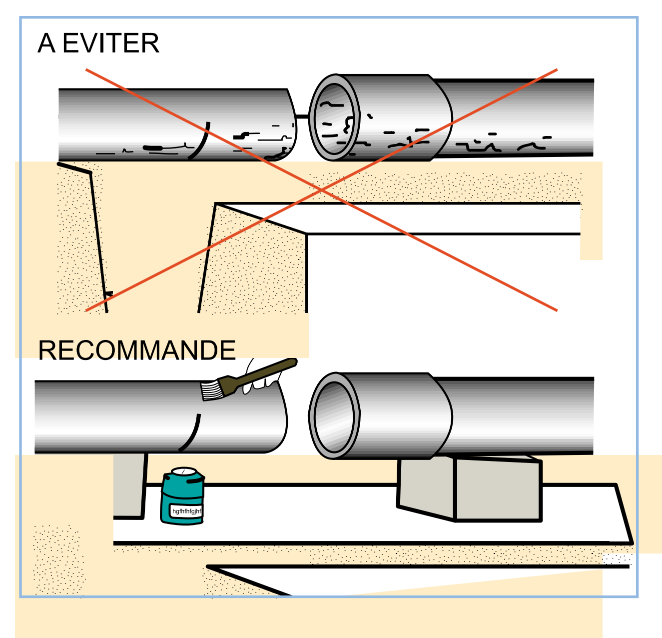

Coupe d'un tube à l'aide d'une meule de chantier

Assemblage par "collage" :
il s'utilise en général pour les diamètres £ 50 et pour les canalisations posées en aérien.
Les conditions à respecter pour obtenir un collage satisfaisant sont les suivantes :

- utiliser un adhésif bénéficiant d'un avis technique (ATEC), et se conformer aux prescriptions de cet ATEC, en particulier en ce qui concerne les températures et dates limites d'utilisation,
- après coupe sur chantier, reconstituer un chanfrein à l'extrémité du bout mâle, suivant un angle compris entre 15 et 30°,
- reporter sur l'extrémité du bout mâle, à l'aide d'un crayon gras, la longueur de l'emboîture,
- après essuyage, vérifier que les parties à assembler sont exemptes de souillures.
- appliquer l'adhésif - sans excès - à l'aide d'un pinceau, à l'intérieur de l'emboîture, puis sur le bout mâle,
- emboîter immédiatement les 2 éléments à fond jusqu'au repère préalablement tracé - en poussant longitudinalement, sans mouvement de torsion,
- ôter avec un chiffon propre le surplus d'adhésif, à l'extérieur de l'assemblage,
- reboucher les pots d'adhésif et de décapant après chaque usage,
- vérifier qu'aucun pot d'adhésif ou de décapant n'a été oublié ou renversé dans le fond de la tranchée : s'il en était ainsi, enlever la terre souillée.

Pour une utilisation en réseau d'eau potable, laisser sécher 24H avant toute mise en service, puis suivre les principes applicables à tout nouveau réseau d'eau potable, à savoir remplir les canalisations avec de l'eau, les rincer; les purger, les désinfecter conformément aux règles de l'art applicables.

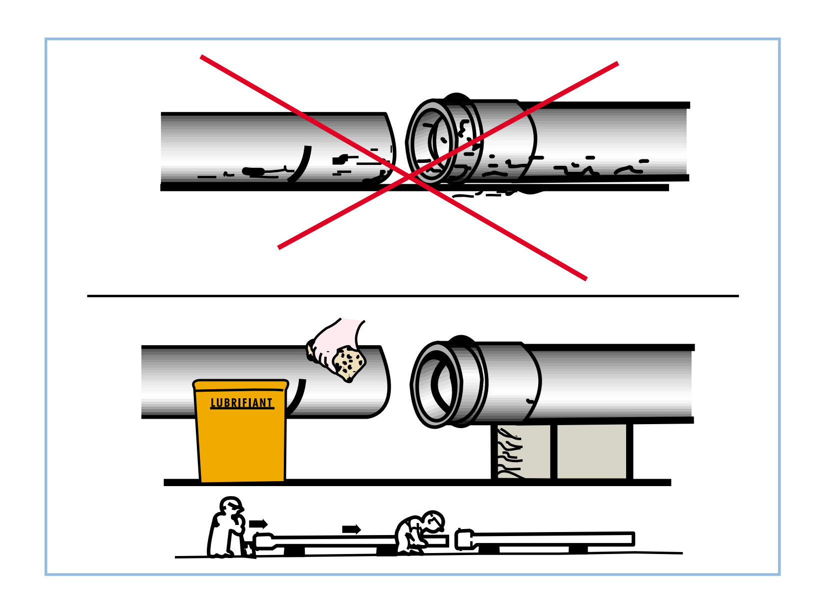




Assemblage par bague d'étanchéité :
il demande les opérations suivantes :

- si une coupe sur chantier s'est avérée nécessaire, reconstituer le chanfrein de l'extrémité mâle à l'aide d'une râpe ou d'une chanfreineuse, suivant un angle compris entre 15 et 30°,
- reporter sur cette extrémité, à l'aide d'un crayon gras, la longueur de l'emboîture diminuée d'une garde d'un centimètre environ,
- débarrasser les parties à assembler de toute boue, poussière, sable ou gravillon,
- s'assurer de la position correcte de la bague d'étanchéité, de sa propreté, ainsi que celle de son logement si nécessaire,

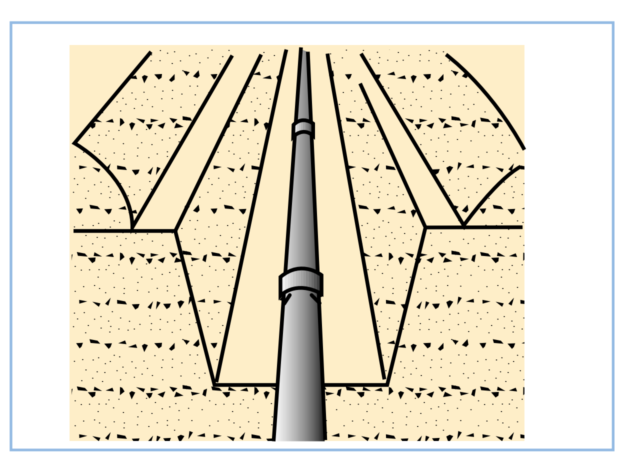
- lubrifier le bout mâle et surtout son chanfrein en respectant les prescriptions du fabricant,
- emboîter les 2 éléments, jusqu'au repère préalablement tracé, en poussant bien en ligne, par exemple en prenant appui sur l'emboîture avec une barre à mine,
- si la poussée à exercer devient importante (pour les grands diamètres notamment) l'on doit avoir recours à des moyens mécaniques : vérins, tirfors, ou à la rigueur, au godet d'une pelle de chantier. Dans ce dernier cas, prendre un maximum de précautions pour ne pas détériorer l'emboîture (en particulier le fond de l'emboîture).



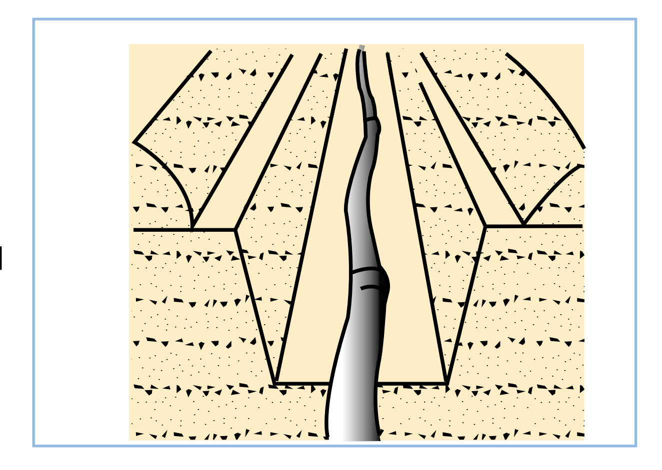
6.4 • MISE EN PLACE

6.4.1 • Serpentage

La rectitude de la conduite ne doit pas être recherchée systématiquement.



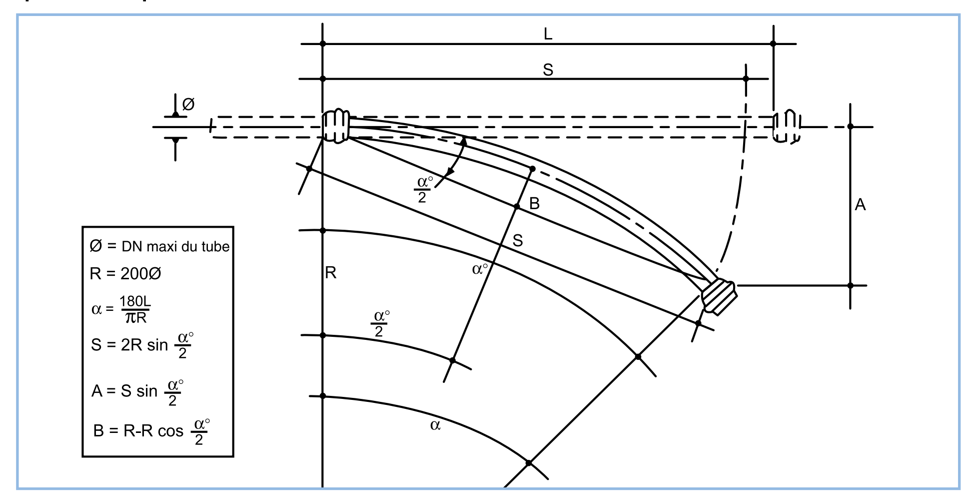
ou





6.4.2 • Courbure à froid

La flexibilité du PVC permet de réaliser sans coude les courbes à grand rayon du tracé. Les tableaux ci-après en précisent les limites.



Rayon de courbure minimal admissible, R, pour les tubes courbés à froid sur chantier.

Diamètre nominal d_n mm	Rayon minimal *R* m	Angle α / 2 degré	Corde *S* 1) mm	Décalage *A* 1) mm
63	12,6	13,64	5,94	1,40
75	15,0	11,50	5,98	1,19
90	18,0	9,55	5,97	0,99
110	22,0	7,81	5,98	0,81
125	25,0	6,87	5,98	0,72
140	28,0	6,14	5,99	0,64
160	32,0	5,37	5,99	0,56

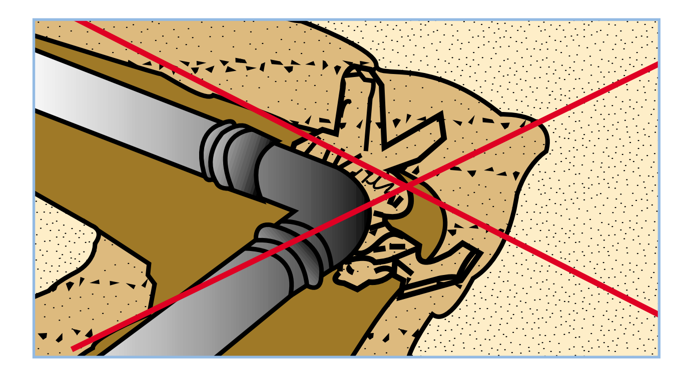
1) Les valeurs données dans les colonnes S et A ne s'appliquent qu'à des tubes de 6 mètres de longueur utile

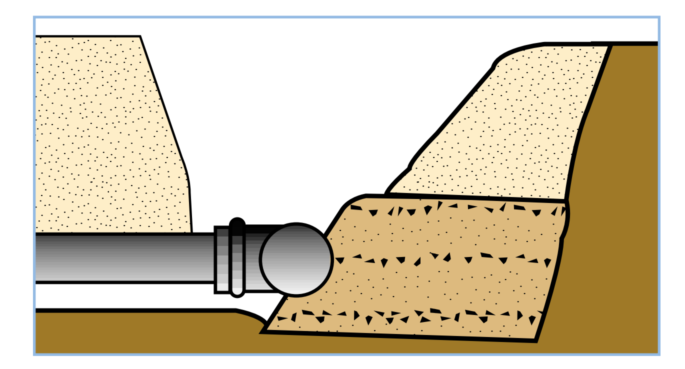
6.4.3 • Butées et ancrages

Il faut respecter les spécifications du fascicule 71.
Les assemblages par bague de joint en élastomère ne peuvent s'opposer au recul dû à la pression qui s'exerce sur les bouts d'extrémité et aux changements de direction.

Il est donc indispensable de prévoir des massifs de béton pour répartir sur la paroi de la tranchée la charge de poussée correspondant à la pression d'épreuve (voir le chapitre 6.5). Il est conseillé de les calculer de façon à supporter les surpressions dues aux coups de bélier définis au chapitre 2.8.2.

***Nota** : pour les courbes à grand rayon obtenues par la flexibilité du tube (voir paragraphe 6.4.2), les poussées sont généralement absorbées par le calage du remblai.*





Formules théoriques

- Formule selon la EN 1452-6

Force de poussée pour extrémités en attente et courbes

Diamètre nominal dn mm	Poussée sur extrémité en attente kN/bar (1)	Poussée radiale sur les courbes de divers angles kN/bar (1)			
		90°	45°	22,5°	11,25°
63	0,31	0,44	0,24	0,12	0,06
75	0,44	0,62	0,34	0,17	0,09
90	0,64	0,90	0,49	0,25	0,12
110	0,95	1,34	0,73	0,37	0,19
125	1,23	1,74	0,94	0,48	0,24
140	1,54	2,18	1,18	0,60	0,30
160	2,01	2,84	1,54	0,78	0,39
180	2,54	3,60	1,95	0,99	0,50
200	3,14	4,44	2,40	1,23	0,62
225	3,98	5,62	3,04	1,55	0,78
250	4,91	6,94	3,76	1,92	0,96
280	6,16	8,71	4,71	2,40	1,21
315	7,79	11,02	5,96	3,04	1,53
355	9,90	14,00	7,58	3,86	1,94
400	12,57	17,77	9,62	4,90	2,46
450	15,90	22,49	12,71	6,21	3,12
500	19,63	27,77	15,03	7,66	3,85
560	24,63	34,83	18,85	9,61	4,83
630	31,17	31,17	23,86	12,12	6,11

(1) Les chiffres du tableau sont par bar de pression interne
1 bar = 10^5 N/m² = 0,1 MPa

***Nota** : les forces de poussée sur les réductions n'ont à être prises en compte que si la réduction en diamètre est importante. Dans ce cas, la poussée est le produit de la pression d'essai et de la surface annulaire comme l'indique la formule suivante :*

$$F = 2p \times \pi \frac{d_i^{\,2} - d_e^{\,2}}{4}$$

où :

F est la force de poussée
p est la pression d'essai
d_i est le diamètre intérieur du gros tube
d_e est le diamètre extérieur du petit tube

- La poussée a pour valeur en décanewtons (daN)

F = K.p. S

où K = 1 pour les bouts d'extrémité
= 1 pour les tés à 90° ;
= 1,414 pour les coudes à 90°
= 0,766 pour les coudes à 45°
P (en bars) = la pression interne
S (en cm^2) = la section interne du tube
= la section de la dérivation pour tés réduits ;
= la différence des sections pour les réductions.

- La résistance des terres s'exprime par :

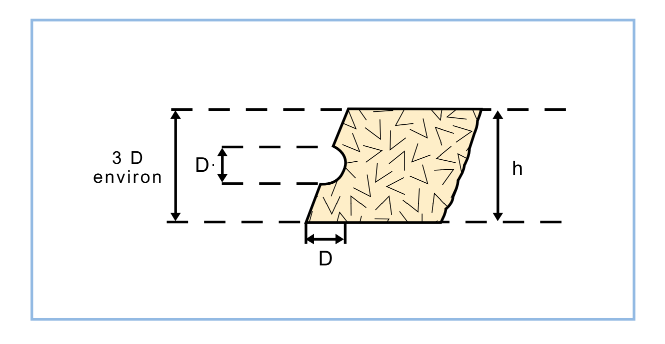
$B = K_1.H.S_1$

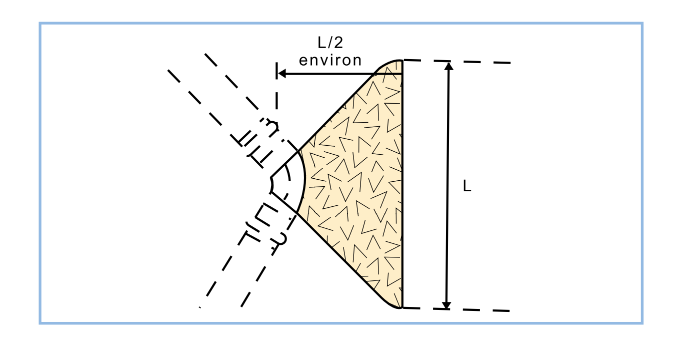
où K_1 dépend de la nature du sol :
- sable argileux : environ 3000
- terre à culture : environ 5000
- sable et gravier : environ 6000

H (en m) = la profondeur d'enfouissement du tube
S_1 (en m^2) = la section d'appui (L x h).



Il faut impérativement que B > 1,5 F.





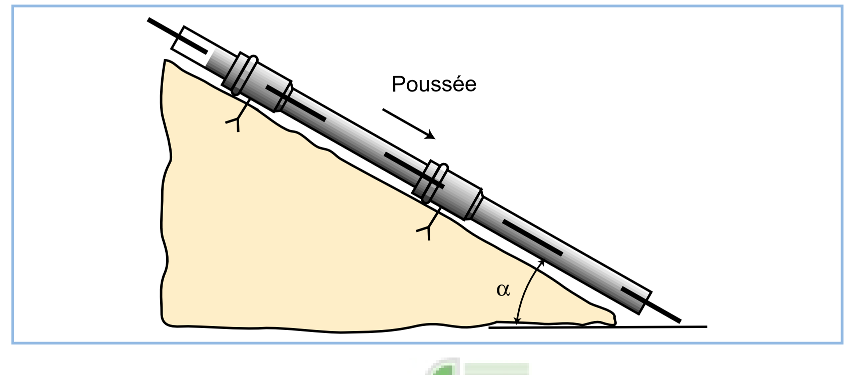
Le tableau ci-après donne, à titre indicatif, les valeurs de F pour quelques diamètres à des pressions maximales en service de 16 et 10 bar.

	DIAMETRE EXTERIEUR NOMINAL en mm	VALEUR DE LA POUSSEE F en daN	
		PMS10 bars	PMS16 bars
F Bouchons	110	730	1167
	125	943	1509
	140	1184	1895
	160	1557	2491
	200	2422	3874
	250	3788	6060
F Coudes 90°C	110	1032	1651
	125	1334	2134
	140	1675	2679
	160	2202	3522
	200	3424	5479
	250	5356	8568
F Coudes 45°C	110	559	894
	125	723	1156
	140	907	1451
	160	1193	1908
	200	1855	2968
	250	2901	4642
F Tés 90°C	110	730	1167
	125	943	1509
	140	1184	1895
	160	1557	2491
	200	2422	3874
	250	3788	6060

Les massifs en béton et les ouvrages devront être construits et dimmensionnés pour offrir une résistance au moins égale à 1,5 fois la valeur de la poussée F exprimée

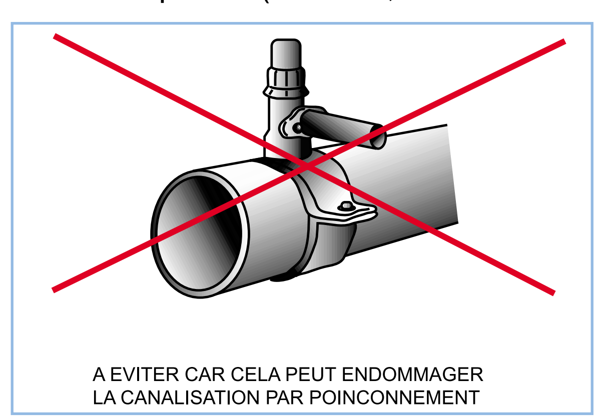
6.4.4 • Pose en terrain incliné

En cas de forte pente pour éviter le glissement de la conduite, chaque tube doit être ancré dans le terrain au niveau de son emboîture, placée vers le haut.

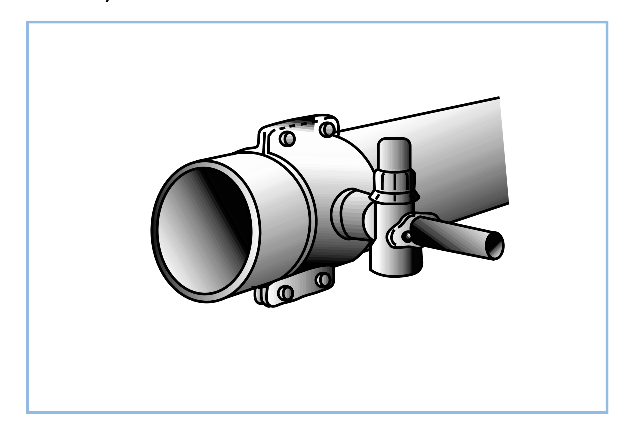


6.4.5 • Colliers de prise en charge

Les prises en charge peuvent se faire sur tubes PVC moyennant trois précautions :
- un collier adapté au diamètre extérieur du tube PVC
- une grande largeur du collier ;
- un perçage avec les mèches spéciales pour PVC mises au point par tous les fabricants de machines à percer (à défaut, utiliser une scie cloche).



A EVITER CAR CELA PEUT ENDOMMAGER
LA CANALISATION PAR POINCONNEMENT



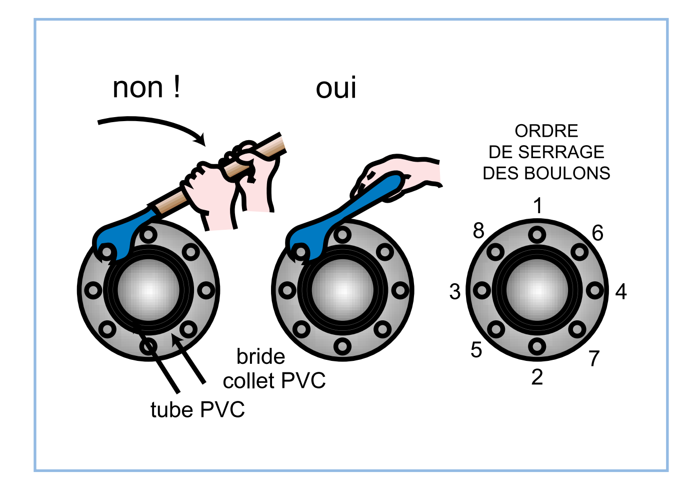
6.4.6 • Raccordement aux appareils

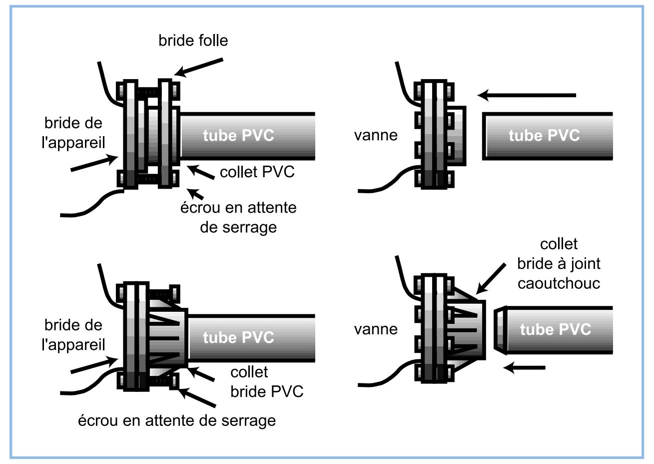
Celui-ci s'effectue :
- soit à l'aide de collets moulés, collés à l'extrémité mâle du tube, et emprisonnant une bride folle ;
- soit par collet-bride lié à la canalisation par un joint caoutchouc logé à l'intérieur de ce raccord ;
- soit, et de préférence, par un collet bride à bout uni engagé dans la tulipe d'un tube ou d'un manchon.

Dans chacun de ces 3 cas, l'avant serrage des boulons doit de toutes façons être effectué modérément ou, mieux encore, à la clef dynamométrique, il convient d'appliquer face contre face les collets ou brides de l'appareil et de la conduite. Lors du serrage ultérieur des écrous, la canalisation et le raccord qui en coiffent l'extrémité ne seront de la sorte soumis à aucune contrainte longitudinale ou axiale.

Une autre méthode, plus sûre, consiste à n'engager l'extrémité chanfreinée du tube dans le collet moulé qu'après que celui-ci ait été serré sur la bride de l'appareil.

Bien entendu, comme il est d'usage, une rondelle sera toujours interposée entre l'écrou et la face de la bride sur laquelle il s'applique.







6.4.7 • Positionnement et maintien des appareils et accessoires

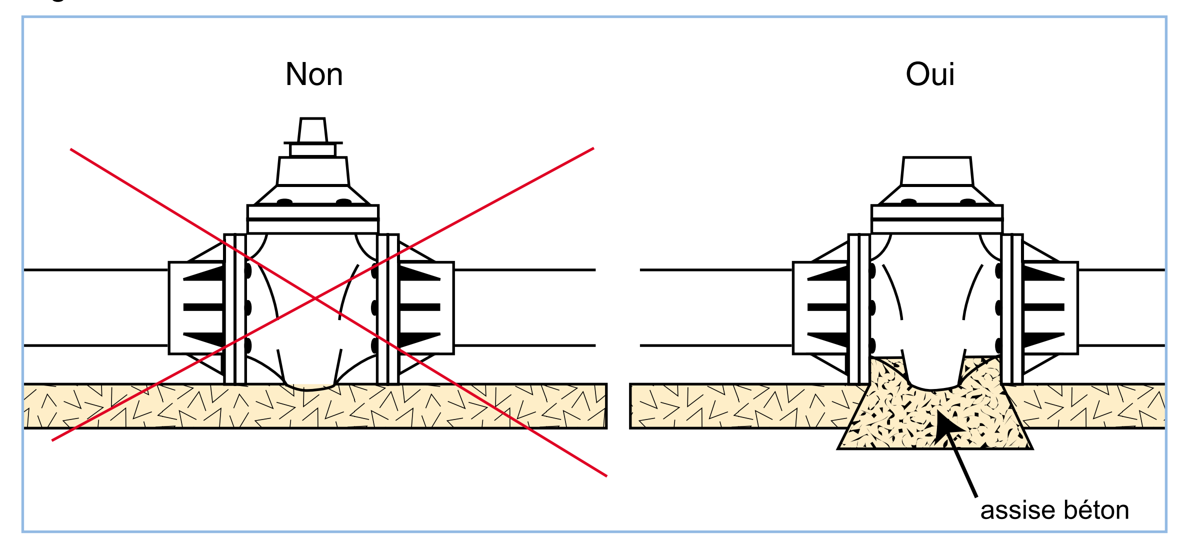
• Règles générales

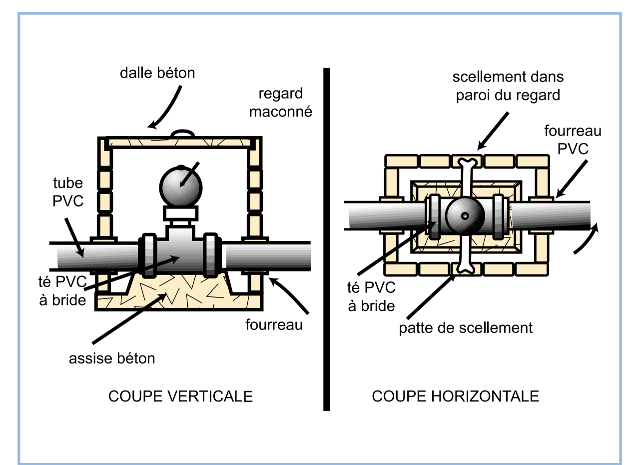
On entend par accessoires les vannes, compteurs, clapets anti-retour, colliers de prise en charge, bornes d'irrigation, ventouses, purges, protections anti-bélier, etc...

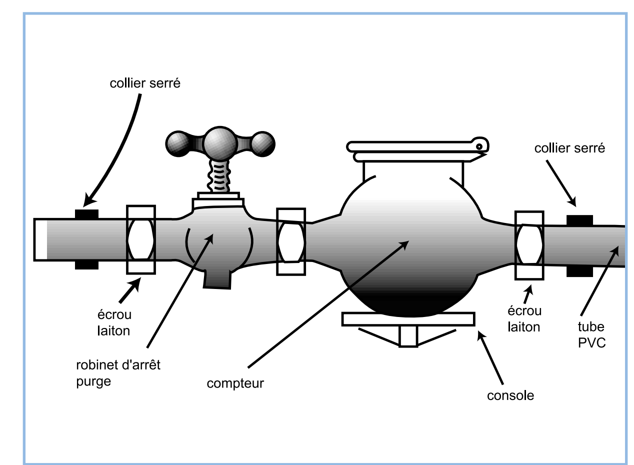
En aucun cas la canalisation ne doit :

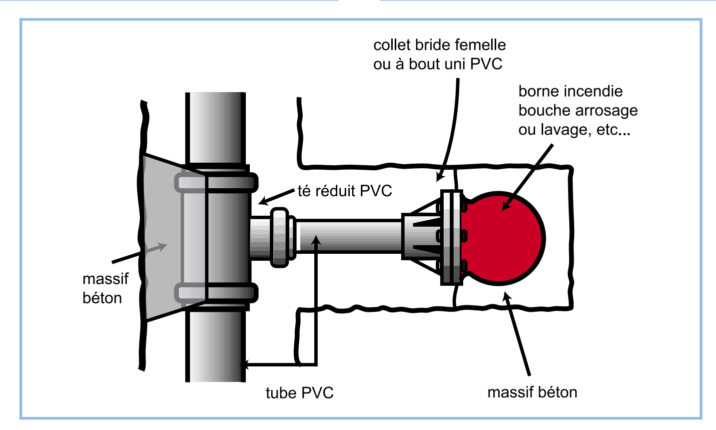
- supporter le poids de ces accessoires,
- en supporter les contraintes consécutives aux manœuvres (ouverture, fermeture ...).

Les contraintes ci-dessus seront compensées au moyen de massifs en béton, d'appui ou d'ancrage.









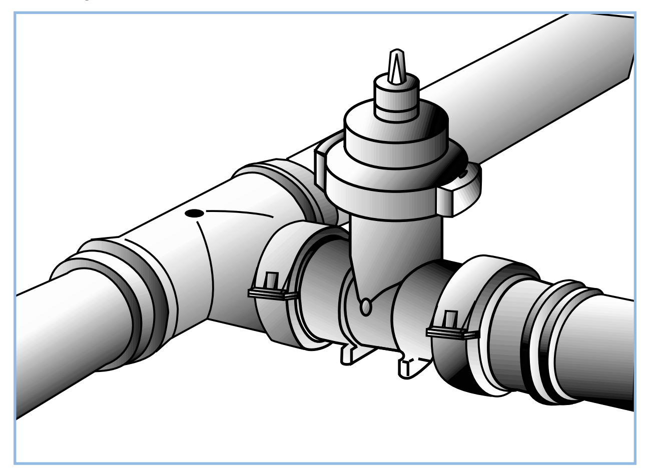


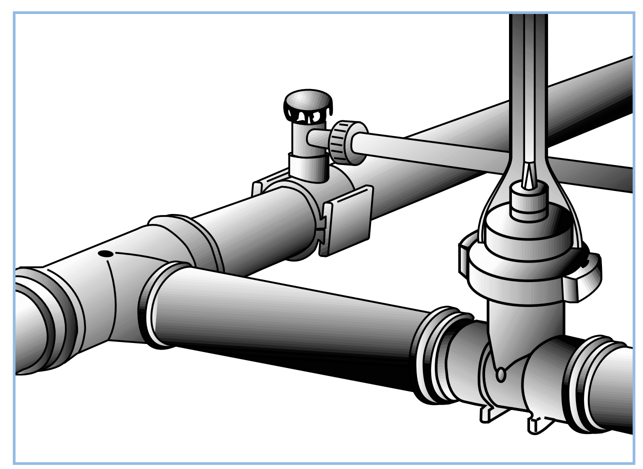
- **Cas des colliers de prise en charge et appareils de robinetterie en PVC**

Utilisés sur des canalisations en PVC, les colliers de prise en charge en PVC et les robinets-vannes en PVC offrent une solution " TOUT PLASTIQUE " homogène pour les canalisations d'adduction d'eau potable.

Les assemblages des tubes avec les raccords et les robinets-vannes peuvent se faire à l'aide de bagues de joints en élastomère, brides, bagues ouvrantes ou accouplement à coquille.

Sous réserve de sol rigide et stable ainsi que de l'élimination des charges indirectes, la pose de certains accessoires en PVC spécialement étudiés peut se faire sur un lit de sable compacté.





6.5 • EPREUVE DU RESEAU

6.5.1 • Principes officiels de l'épreuve

Conformément au Fascicule 71 (édition 1998) les conduites sont éprouvées au fur et à mesure de l'avancement des travaux et avant raccordement définitif sur le réseau existant en service. La longueur des tronçons est éventuellement fixée par le CCTP, mais nous recommandons de ne pas dépasser 500 mètres. Les opérations sont effectuées par l'entrepreneur, à ses frais, et selon les indications du maître d'œuvre.

***Note** : afin de détecter plus facilement les fuites éventuelles aux assemblages, limitant ainsi les frais de recherche et de réparation, nous recommandons que le CCTP fasse mention d'une épreuve avant remblaiement total. Dans ce cas, et conformément au Fascicule 71, des cavaliers sont mis en place.*

La responsabilité du fabricant de tubes ou de raccords pourrait ne pas être mise en cause si les essais n'ont pas été effectués avant le remblaiement.

- D'après le texte officiel, la pression d'épreuve dans le tronçon de conduite en place est égale à la pression maximale de calcul (MDP) du tronçon, qui correspond au niveau statique en gravitaire et au niveau dynamique en refoulement, majorée des effets du régime transitoire.
- L'amplitude maximale du régime transitoire est déterminée en tenant compte du dispositif de protection (anti-béliers, etc. ...) éventuellement installé.

- La pression d'épreuve ci-dessus est fixée au CCTP et résulte du calcul préalable effectué par le maître d'œuvre.

Après une mise en pression de 5 minutes, faite à la pression d'épreuve, il est procédé à l'ouverture des purges disposées à l'autre extrémité du tronçon d'essai par rapport au manomètre, afin de vérifier qu'il n'existe aucun obstacle (robinet-vanne fermé) à la montée en pression sur la totalité du tronçon éprouvé.

La pression est rétablie par la suite à la pression d'épreuve, toutes précautions étant prises pour éviter les coups de bélier.

Dès que la pression d'épreuve est atteinte et contrôlée sur le manomètre, l'entrepreneur doit désolidariser le tronçon éprouvé du matériel de mise en pression. La pression est maintenue pendant 30 minutes sans que sa diminution soit autorisée à dépasser 20 kPa (0,2 bar).

6.5.2 • Pressions d'épreuves recommandées en pratique

En l'absence de spécifications du CCTP ou de consignes du maître d'œuvre, la pression d'épreuve appliquée est, en général :

- **pour les conduites gravitaires**, prise égale à la pression maximale en service, majorée de 50 % lorsqu'elle est inférieure à 10 bars, ou majorée de 5 bars lorsqu'elle est égale ou supérieure à 10 bars ;
- **pour les conduites en refoulement**, prise égale à la pression maximale en service majorée de 50 %.

6.6 • REMBLAIEMENT

Les techniques de remblaiement s’effectuent conformément aux spécifications du fascicule 71.
Matériau d'enrobage : le remblai directement en contact avec la canalisation, jusqu'à une hauteur uniforme de 10 cm au dessus de sa génératrice supérieure, doit être constitué du même matériau que celui du lit de pose.

Pour des matériaux calibrés, sables, tout-venant, graves de 0/15, etc... leur quasi incompressibilité naturelle ne nécessite pas l'emploi d'engins de compactage.

Par contre, si les matériaux utilisés sont issus des déblais expurgés, ils nécessitent la mise en œuvre de moyens de compactage, agissant par couches successives d'une épaisseur maximum de 30 cm.
Enrobage et calage : le remblaiement est alors réalisé jusqu'à une hauteur de 10 cm au dessus de la génératrice extérieure supérieure de la conduite.

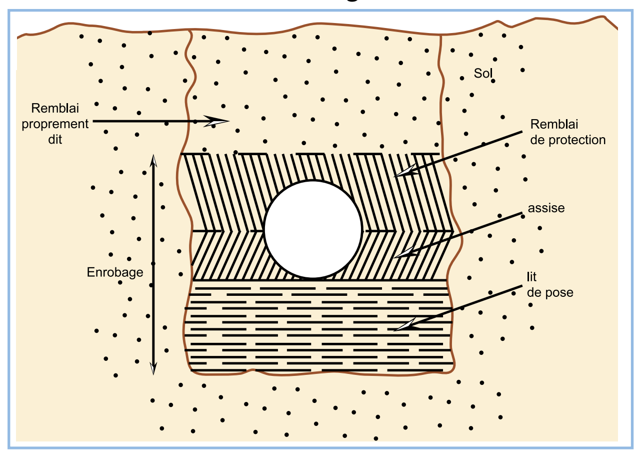
Le compactage doit être réalisé exclusivement sur les parties latérales de la tranchée, hors de la zone occupée par le tube, afin d'obtenir un calage efficace des flancs de la canalisation.

Couverture : l'exécution du remblai proprement dit peut comporter la réutilisation des déblais d'extraction de la fouille, si le CCTP l'autorise.

Ceux-ci seront toutefois expurgés des éléments de dimension supérieure à 10 cm, des débris végétaux et animaux, des vestiges de maçonnerie, de tout élément pouvant porter atteinte à la canalisation ainsi qu'à la qualité du compactage.

Ce remblai est réalisé par couches successives et régulières, légèrement damées, au jet de pelle déjà, par des moyens mécaniques.

Nota : *il est admis que l'assise et le remblai de protection soient réalisés en une seule fois, pour des tubes PVC de Dn inférieur ou égal à 200 mm.*



7 • AUTRES APPLICATIONS DES CANALISATIONS PRESSION EN PVC

Dans le présent cahier, nous avons traité de l'utilisation des canalisations en PVC de type " pression " dans le domaine de l'adduction d'eau potable enterrée.

Pour la pose en aérien de ces mêmes canalisations, en l'absence de document officiel, il convient de s'inspirer des règles données dans le DTU 60.31 " travaux de canalisations en PVC non plastifié, eau froide avec pression ".
L'adduction d'eau constitue une application des plus importantes de ces conduites, mais elle n'est pas la seule.

7.1 • IRRIGATION* (voir livret sindotec Irrigation)

Les canalisations en PVC constituent aujourd'hui l'un des plus importants matériels de l'irrigation, sous forme :

- de réseaux enterrés quadrillant les zones de culture, et débouchant à l'un des angles de chaque parcelle sous forme de borne volumétrique,
- d'installations mobiles constituées d'éléments en PVC démontables, que l'on transporte aisément selon les exigences de l'arrosage et qui, disposées sur le sol, alimentent les cannes d'aspersion.

Les réseaux sont mis en place, soit par les agriculteurs eux-mêmes, soit par des entreprises spécialisées, soit encore par des sociétés d'aménagement du territoire.
Mais l'utilisation des canalisations en PVC pression ne se limite pas à l'irrigation proprement dite.

L'espace rural est, par excellence, consommateur de ce produit pour:

- le transport des lisiers, des eaux de nettoyage des laiteries ;
- l'humidification des terres et ambiances de serres ;
- l'alimentation des abreuvoirs de ferme ou dans les pâturages ;
- etc.

** Les éléments en PVC à joint caoutchouc spécialement conçus pour l'application "irrigation" ont été normalisés en 1984. Ils portent un marquage particulier comportant le numéro de la norme (NF T 54-086) et le mot "irrigation "en toutes*

7.2 • EAUX THERMALES

- Bienfaisantes pour l'organisme, les eaux thermales sont le plus souvent corrosives. Les installations de captage, de transport et de distribution ont été constituées d'éléments en PVC dès l'apparition de ce matériau.

Les centres de thalassothérapie en sont également équipés.

7.3 • EAUX USEES

L'évacuation des eaux usées domestiques ou industrielles s'effectue dans la plupart des cas par gravité dans les réseaux d'égouts classiques. Toutefois la configuration du terrain rend très souvent nécessaire le rassemblement des effluents ainsi collectés dans des "points bas" d'où il faut les " relever " vers les stations d'épuration.

Les conduites en PVC pression sont de plus en plus utilisées pour cette fonction (prévue par le fascicule 70) dans laquelle elles constituent les conduites de refoulement alimentées en pied par une pompe dilacératrice.

7.4 • INDUSTRIE (selon XPT 54034)

Il s'agit là d'un domaine excessivement vaste et d'une grande variété, où, comme pour les eaux thermales précédemment évoquées, l'excellente résistance à la corrosion et du matériau PVC, a permis aux industriels de mettre en place des équipements importants et efficaces.

La liste est longue, des industries où les tubes en PVC véhiculent sous pression des liquides plus ou moins agressifs. Citons par exemple :

- les industries alimentaires (brasseries, huileries, vinaigreries, laiteries, caves viti-vinicoles, malteries, etc...)
- les salines
- les papeteries
- les industries de traitement et de protection des métaux
- les sites nucléaires (alimentation de la zone-vie des centrales)
- le traitement des minerais par flottaison
- le lavage des charbons
- la sidérurgie
- les industries et mines de potasse
- le développement des films photo et cinématographiques
- les savonneries
- les mégisseries
- la fabrication des explosifs
- l'industrie des cosmétiques et de la pharmacie

A cette liste, non exhaustive, ajoutons enfin les circuits d'incendie, de lavage et d'arrosage, enterrés dans les sites pétrochimiques par exemple



NORMES FRANCAISES EDITEES PAR L'AFNOR

- **NF T 54-003 de février 1991 :** plastiques - tubes en polychlorure de vinyle non plastifié ; spécifications générales.
- **NF T 54-028 de novembre 1984 :** éléments de canalisations en polychrorure de vinyle non plastifié - assemblage par collage - caractéristiques dimensionnelles.
- **NF T 54-029 de février 1981 :** raccords moulés en polychlorure de vinyle non plastifié - série pression - spécifications.
- **NF T 54-038 de février 1981 :** assemblages fixes à bagues d'étanchéité pour tubes en polychlorure de vinyle non plastifié avec pression - caractéristiques dimensionnelles.
- **NF T 54-039 de juillet 1988 :** assemblages fixes à bagues d'étanchéité pour tuyaux en polychlorure de vinyle non plastifié avec pression - aptitude à l'emploi.
- **NF EN 1452 de novembre 1999**
- **XPT 54-034 de novembre 1999**

Ces normes, ainsi que les normes de méthodes d'essais existantes, sont publiées par l'Association française de normalisation, AFNOR
(11, rue Francis de Pressensé 93571 St Denis Le Plaine Cedex - Tél. : 01 41 62 83 73).

TEXTES REGLEMENTAIRES

- Fascicule n 71 "fourniture et pose de canalisations, d'eau, accessoires et branchements" - cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux passés au nom de l'état.

- Arrêté du 29 mai 1997 relatif aux matériaux et objets utilisés dans les illustrations de production , de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine.

- Circulaire DGS/VS4 n 99-2117 du 12 avril 1999 relative aux matériaux utilisés dans les installations fixes de distribution d'eaux destinées à la consommation humaine.

Ces documents sont édités par les Journaux Officiels (26 rue Desaix - 75727 Paris Cedex 15 - Tél. : 01.40.58.76.00).

MARQUE NATIONALE DE CONFORMITE AUX NORMES NF

Réglement particulier de la marque NF-tubes et raccords en PVC non plastifié rigide pour réseaux d'eaux avec pression - de conformité à la norme NF T 54-016 tubes et raccords en polychlorure de vinylique non plastifié (PVC-U) pour la conduite de liquides avec pression.

Ce règlement peut être obtenu sous la référence 055 auprès de l'AFNOR.



Liste des Adhérents

TUBES EN PVC
A - pour adduction et distribution d'eau froide
B -pour évacuation des eaux usées et pluviales
C - pour assainissement
D - pour gainage de câbles
E - irrigation

RACCORDS EN PVC
G - pour canalisations avec pression
H - pour canalisations d'évacuation
I - pour canalisations d'assainissement

TUBES EN CPVC (PVC chaleur)
F - pour distribution eau chaude et chauffage central

RACCORDS EN CPVC (PVC CHALEUR)
J - pour canalisations avec pression

N°	FABRICANTS	TUBES						RACCORDS			
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	**ALPHACAN** Elysée II - 12/18 Ave de la Jonchère - BP 2 78170 LA CELLE ST-CLOUD Tél. : 01 30 82 58 00 Fax : 01 39 18 09 79 Site Web : www.alphacan.com Email : info@alphacan.com	A	B	C	D	E	F			I	
2	**ETABLISSEMENTS DE SAINT-QUENTIN** Zone 3 - 4 rue Einstein Ducos - BP 3748 98846 NOUMEA / Nouvelle Calédonie Tél. : 00 687 28 48 23 Fax : 00 687 28 40 53 Email : esqab@offratel.nc	A	B	C	D	E					
3	**GIRPI** Rue Robert Ancel BP 36 76700 HARFLEUR Tél. : 02 32 79 60 00 Fax : 02 32 79 60 27 Site Web : www.girpi.fr Email : info@girpi.fr	A	B				F	G	H	I	J
4	**NICOLL** Rue Pierre & Marie Curie - BP 966 49309 CHOLET CEDEX Tél. : 02 41 63 73 83 Fax : 02 41 63 73 84 Site Web : www.nicoll.fr Email : info@nicoll.fr	A	B	C			F	G	H	I	
5	**PIPELIFE FRANCE** Z.A de Gaillon 27600 GAILLON Tél. : 02 32 52 42 23 Fax : 02 32 52 42 53 Site Web : www.pipelife.fr Email : pipelife.france@wanadoo.fr		B	C	D	E			H	I	
6	**SOTRA / SEPEREF** 25, route de Brévillers - Ste Austreberthe 62140 HESDIN Tél. : 03 21 86 59 00 Fax : 03 21 86 59 01 Site Web : www.sotra-seperef.com Email : info@sotra-seperef.com	A	B	C	D	E	F		H	I	
7	**WAVIN** Z.I. la Feuillouse - BP 5 03150 VARENNES S/ALLIER Tél. : 04 70 48 48 48 Fax : 04 70 45 21 51 Site Web : www.wavin.com Email : marketing-communication@wavin.com	A	B	C	D	E	F		H	I	

STR-PVC
11 bis rue de Milan
75009 Paris
Tél. : 01 53 32 79 79
Fax : 01 53 32 79 70
e-mail : contact@str-pvc.org
Site internet : www.str-pvc.org

